



Una investigación en genómica de cítricos sitúa a España como referente de innovación en el sector



Gonzaga Ruiz de Gauna
BIOVEGEN-Plataforma Tecnológica de Biotecnología Vegetal
Eugenio Moreda
BIOVEGEN-Plataforma Tecnológica de Biotecnología Vegetal
Manuel Talón
Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA)
Antonio López-García Usach
Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA)

Investigadores del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) en el marco del Consorcio Internacional de Genómica de Cítricos (Brasil, EEUU, España, Francia e Italia), un organismo que prioriza la investigación en genómica de cítricos, han publicado el artículo "Sequencing of diverse mandarin, pummelo and orange genomes reveals complex history of admixture during citrus domestication" que ha sido seleccionado como portada del mes de julio de la prestigiosa revista científica *Nature Biotechnology*.

Este artículo proporciona la secuencia del genoma de referencia de los cítricos, que es la del genoma de nuestra variedad "buque insignia", Clementina de Nules e información

detallada y hasta ahora desconocida sobre la estructura y el origen del genoma de distintas especies, variedades y grupos de cítricos. Según los científicos, esta investigación "puede considerarse una pieza maestra de la investigación en cítricos, que orientará y guiará a partir de ahora el estudio de su biología y comportamiento".

La investigación española, centrada en la secuenciación de genomas, ha sido llevada a cabo por el consorcio CITRUS-SEQ-CITRUSGENN, una agrupación público-privada formada por dos organismos públicos de investigación (el mencionado IVIA y el Centro de Investigación Príncipe Felipe), una fundación privada (Fundación Cajamar) y cinco compañías privadas (Eurosemillas, Source Citrus Genesis – SNFL, GCM Variedades Vegetales, Anecoop, e ICCSA).

Este consorcio se formó con el objetivo de desarrollar herramientas genómicas y biotecnológicas para la obtención de nuevas variedades de cítricos con gran potencial comercial.

Ser portada de *Nature Biotechnology* indica la magnitud de este logro investigador, ya que esta revista científica es la publicación de referencia a nivel mundial en biotecnología, con un factor de impacto superior a revistas como *Science* o *Cell*.



(Fuente Journal Citation Reports). La publicación, de gran calidad técnica, ha sido considerada por los expertos como un punto de inflexión de la investigación en cítricos, que supondrá un antes y un después en el sector cítrico.

Origen de los cítricos

En la primera entrega de esta investigación, el consorcio se ha centrado en el estudio del proceso de “domesticación” de los cítricos y para ello ha analizado y estudiado el genoma de las mandarinas, naranjas y zamboas (más conocidas por su término inglés, pummelos) representativas de los grupos principales de cítricos. En el estudio se pudo revelar que los cítricos actuales poseen un origen muy complejo, constituido por multitud de mestizajes y mezclas de especies ancestrales anteriores de zamboas y mandarinas salvajes.

Hace aproximadamente 6 -7 millones de años, en el sureste asiático los cítricos se escindieron geográficamente en dos grandes subgrupos, que dieron lugar al grupo de las “mandarinas” (cítricos de menor tamaño, en principio parecidos a las mandarinas actuales) y el grupo de las “zamboas” (cítricos de mayor tamaño, con representantes actuales en el sureste asiático). El estudio desvela que durante esta época se produjeron diversos cruces entre estos dos grandes grupos y que sus descendientes dieron lugar a las especies de naranjas y mandarinas que conocemos en la actualidad.

Los descubrimientos realizados sobre el genoma de los distintos cítricos indican que las naranjas provienen de cruzamientos ancestrales entre zamboas y mandarinas, mientras que nuestras clementinas son el resultado de cruzamientos más recientes entre el naranjo dulce y el mandarino común. El estudio también demuestra que existen otros grupos de cítricos que en principio se creía que pertenecían al grupo de las mandarinas, pero que en realidad son grupos nuevos que se encuentran equidistantes de los grupos tradicionales de mandarinas y zamboas

Desarrollo de futuro

Conocer la forma de herencia de estas especies ha sido el objetivo de obtentores vegetales durante mucho tiempo. La clarificación de estas relaciones filogenéticas puede abrir posibilidades de mejora hasta ahora insospechadas. El cul-



Chandler partido y chandler entero



Cidro diamante partido y cidre diamante entero

tivo de los cítricos, al ser monocultivos a gran escala, plantean una serie de dificultades y retos que afrontar para los productores que ven como día a día el mercado les exige nuevas variedades con propiedades añadidas, y enfrentándose a situaciones ambientales más extremas. Es por eso que esta investigación marca un antes y un después en el mundo de los cítricos, ya que permitirá identificar las variaciones responsables de la diversidad del color, sabor y aroma, así como desarrollar variedades que incorporen tolerancia a distintos ataques medioambientales, plagas y enfermedades.

El mayor impacto es previsible en áreas como la obtención de variedades y patrones mejor adaptados a la demanda de los consumidores y a las necesidades de los agricultores. Es previsible que se puedan desarrollar frutas con mayores cantidades de compuestos beneficiosos para la salud, como la vitamina C o los antioxidantes, lo que produciría un aumento del consumo. Su efecto es esperable también en el desarrollo de cultivos mejor adaptados al cambio climático y a las condiciones de cultivo adversas y con mayor tolerancia o resistencia a plagas y enfermedades, de forma que se reduzca el uso de plaguicidas, de tratamientos, de abonos y de bienes



Clemenules

escasos como el agua. La investigación también ha sentado las bases para desarrollos futuros sobre la historia y la domesticación y origen de los cítricos.

Las implicaciones de esta investigación a nivel comercial son enormes. Los cítricos, especialmente las naranjas, limones y mandarinas, son uno de los cultivos más importantes a escala mundial. Los cítricos son los productos frutícolas más consumidos a nivel global y los frutales de mayor valor económico. España es el sexto país productor (aproximadamente seis millones de toneladas anuales) y el primer exportador de cítricos para consumo en fresco del mundo, generando un beneficio anual de 2.500 millones de €.

Según Manuel Talón, investigador del IVIA y coordinador de la investigación en España, “prácticamente todas las áreas relacionadas con la biología y la agronomía de este cultivo se verán beneficiadas por los avances que se pueden derivar de este conocimiento. Con estos resultados se abre la posibilidad de crear nuevas variedades de manera controlada. Hasta ahora, el 99% de los cítricos habían aparecido por casualidad en el campo y eran posteriormente seleccionados por el agricultor”.

Este consorcio supone un ejemplo paradigmático en el ámbito de la colaboración Ciencia-Empresa y la transferencia de tecnología en España. El sector privado ha apostado por esta investigación colaborando con el proyecto y aportando una importante financiación con el objetivo de potenciar la calidad científica española en el ámbito de la producción citrícola. Además, desde el año 2009 este consorcio ha sido apoyado de manera notable por el Ministerio de Economía y Compe-

titividad, a través de la Secretaría de Estado de I+D+i.

Esta investigación es un claro ejemplo de cómo la asociación entre la Ciencia y la Empresa puede dar como resultado una investigación de gran calidad científica y a la vez aplicaciones tecnológicas de alto valor comercial. Según José Pellicer, Director de Desarrollo de Eurosemillas, empresa que ha liderado la parte privada de la investigación, “se trata de apostar por la investigación como herramienta de mejora competitiva. Aprovechar la calidad científica que tenemos en España para obtener tecnologías que

mejoran nuestra competitividad y proporcionan oportunidades de negocio al sector agrícola, de tanta importancia económica y social. Es decir, la ciencia como motor económico del país”.

¿Qué es BIOVEGEN?

BIOVEGEN-
Plataforma Tecnológica de Biotecnología Vegetal es una entidad público-privada



cuyo objetivo es la mejora de la competitividad del sector a través del desarrollo de tecnologías procedentes de la Biología Vegetal. Para ello, articula a entidades del sector agroalimentario español, poniendo en contacto la oferta y demanda de tecnología, y generando oportunidades de negocio a través de la colaboración Ciencia-Empresa. BIOVEGEN desarrolla colaboraciones y proyectos de I+D, e identifica los retos tecnológicos del sector para desarrollar tecnologías. Actúa como interfaz entre la comunidad científica, empresarial y la Administración. Para ello, ofrece una serie de herramientas para facilitar las actividades de I+D+i a sus socios. Actualmente cuenta con 41 entidades socias: 33 empresas, 8 organismos de investigación y la Secretaría de Estado de I+D+i, que apoya y cofinancia la iniciativa. Además, BIOVEGEN está abierta a colaboraciones con otras entidades del sector.